

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-041524

(43)Date of publication of application : 08.03.1982

(51)Int.Cl.

F23R 3/00

(21)Application number : 55-115991

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.08.1980

(72)Inventor : SATO ISAO  
ISHIBASHI YOJI  
TAMURA ZENSUKE  
OMORI TAKASHI  
MINAGAWA YOSHIMITSU  
FUJIMURA HIDEKAZU  
UCHIYAMA YOSHIHIRO

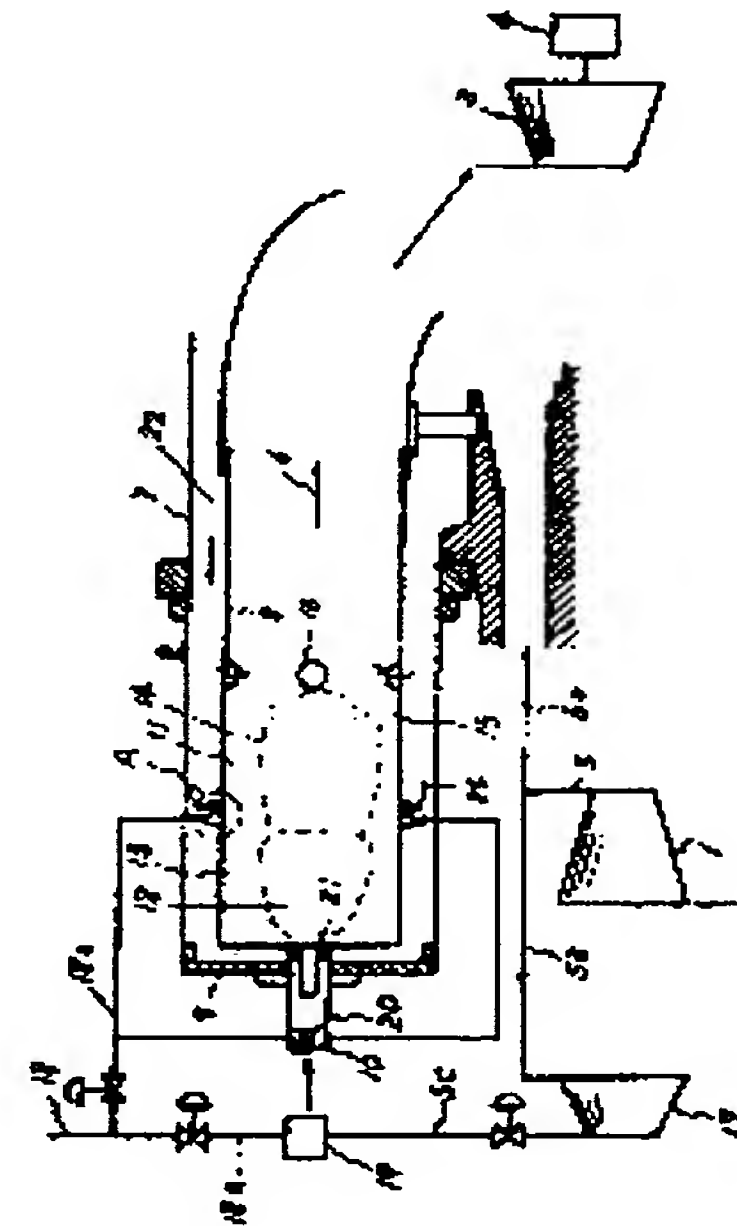
## (54) COMBUSTION METHOD OF GAS TURBINE AND COMBUSTOR FOR GAS TURBINE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To accomplish an extremely low-NO<sub>x</sub> combustion of gas turbine, by producing a pilot flame by a mixture fluid of gas fuel and air introduced into a combustion chamber from the most upstream portion of the same, and producing thin combustion by supplying air and gas fuel for causing main combustion to the top of said pilot flame.

CONSTITUTION: A combustor 2 consists of an outer casing 7, inner casing 8 and end cover 9 having a fuel nozzle 10 attached thereto, and a combustion chamber 11 is formed in the inner casing 8. The combustion chamber 11 is composed of a top combustion chamber 13 in which a premix flame 12 is produced by premix combustion, a rear combustion chamber 15 to which gas fuel 18b and compressed air 5b are supplied for producing a thin, low-temperature flame 14, and a diluting area having a port 16 for supplying diluting air.

Air discharged from a compressor 1 is compressed further by a recompressing means 17, and then introduced as compressed air 5c into a premix chamber 19, where it is premixed with gas fuel 18a. The premix gas 20 in the premix chamber 19 is supplied for combustion into the top combustion chamber 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

①

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—41524

⑥ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 23 R 3/00

識別記号

庁内整理番号  
7137—3G

⑬ 公開 昭和57年(1982)3月8日  
発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ ガスタービン用燃焼方法及びガスタービン用  
燃焼器

⑯ 特 願 昭55—115991

⑰ 出 願 昭55(1980)8月25日

⑱ 発 明 者 佐藤勲  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 石橋洋二  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑳ 発 明 者 田村善助  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

㉑ 発 明 者 大森隆司  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

㉒ 発 明 者 皆川義光  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

㉓ 発 明 者 藤村秀和  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

㉔ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

㉕ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 ガスタービン用燃焼方法及びガ  
スタービン用燃焼器

特許請求の範囲

1. 圧縮空気と気体燃料とを予め混合した後、こ  
の混合流体を燃焼室の最上流側より流入させて  
パイロット火炎を形成し、この火炎の先端近傍  
に主燃焼用の気体燃料を空気と共に供給して低  
温度希薄燃焼を行うようにしたことを特徴とす  
るガスタービン用燃焼方法。
2. 特許請求の範囲第1項記載のガスタービン用  
燃焼方法において、定格運転時における前記予  
混合用圧縮空気は予混合用気体燃料との関係が  
空気過剰率 1.2 以上となるように供給すること  
を特徴とするガスタービン用燃焼方法。
3. 特許請求の範囲第2項記載のガスタービン用  
燃焼方法において、前記定格運転時における前  
記主燃焼が行われる領域は空気過剰率 1.3 以上  
になるように各燃料及び空気を供給することを  
特徴とするガスタービン用燃焼方法。

4. 燃焼室を形成する内筒と、該内筒との間隙が  
燃焼及び希釈用の空気の流路となるように該内  
筒を覆う外筒と、該外筒の一端を閉じるエンド  
カバーと、該エンドカバーを貫通して前記内筒  
へ開口する燃料供給用のノズルと、前記内筒の  
円周方向に配置した燃焼用空気供給用のスワラ  
とからなるガスタービン用燃焼器において、前  
記ノズルの上流側に気体燃料と圧縮空気との予  
混合を行う予混合室を配置し、この予混合室の  
吐出部を該ノズルと連通せしめ、前記スワラに  
は気体燃料が空気と共に内筒内に吐出されるよ  
うに該気体燃料の供給管を接続したことを特徴  
とするガスタービン用燃焼器。

5. 特許請求の範囲第4項記載のガスタービン用  
燃焼器において、前記スワラよりも上流側の内  
筒径をその下流側の内筒径よりも小さくして、  
予混合流体の燃焼による火炎を持続形成する頭  
部燃焼室を形成したことを特徴とするガスター  
ビン用燃焼器。

発明の詳細な説明

本発明はガスタービン用燃焼方法及びガスタービン用燃焼器に係るもので特にLNG（液化天然ガス）などの気体燃料を使用する場合において窒素酸化物（以下NOxと記載する。）低減を図るガスタービン用燃焼方法及びガスタービン用燃焼器に関するものである。

ガスタービン排気ガス中に含まれるNOxや二酸化炭素（以下COと記載する。）はそれ自体毒性を持つたものであり、大気汚染や光化学スモッグの原因の一つである。環境、自然破壊問題の面からNOxを低減することがクローズアップされている。特に社会面からの要求が厳しく、その許容値を満足する為には現状レベルを約 $\frac{1}{10}$ 以下に抑えることが必要となつてゐる。一般的にNOxは燃焼器内部の高温火炎形成部にて発生すると言われ、従つてその低減には温度を低下させることが有効であると言われている。従来技術についてみると過剰の空気を有しているガスタービンでは高温の火炎形成部へ過剰空気の一部を供給し、低温のままで燃焼させる。所謂希薄低温燃焼

するにある。

本発明は燃焼器の内燃料と空気の混合、燃焼を行なういわゆる拡散混合形燃焼よりあらかじめ燃料と空気を予混合した後に燃焼するいわゆる予混合形燃焼の場合における希釈燃焼の方が低NOx効果が大きいことを確認し、とくに燃焼器中心部に形成する高温燃焼部に安定な予混合燃焼火炎を形成し、NOxの発生を抑え、かつ、安定な火炎を形成することにより、より希薄低温燃焼が出来るようにしNOxの発生を抑えるようにしたものである。

以下、本発明の実施例を図面に従つて説明する。

第1図は本発明の一実施例を示す燃焼器の概略図であり、第2図は第1図のA部拡大図である。圧縮機1、燃焼器2、タービン3並びに負荷部4の主要構成部から成るガスタービンにおいて、圧縮機1から吐出される圧縮空気5a及び5bは燃焼器2に導かれる。燃焼器2内部にて発生する燃焼ガス6はタービン3へ供給され、仕事を行うものである。NOxやCOの発生源となる燃焼器2

## 特開昭57-41524 (2)

法が一部実施されている。しかしながら現状の厳しい低NOx化要求に対し、大巾な低減が得られない欠点がある。この理由を次に示す。

これまでに各種、数多くの技術開発が進められて来たが、共通して言えることはNOxの発生は高温燃焼部に存在し、過剰の空気を供給しても燃焼の過程では燃料と空気とが混合されて後に燃焼して行くものであり、この間には必ず最適な燃焼を行う高温の火炎面が存在するはずであるから、NOx発生が非常に多くなる原因となつてゐる。

また、NOx低減を行う為に更に過剰の冷却空気を導入すれば過冷却部が形成され、確かにNOxの低減は図れるが、COや未燃焼成分等の発生が多くなるという問題があり、最悪の場合には火炎の吹き飛び（失火）等が生ずるようになる。

本発明の目的は、圧縮空気と気体燃料との予混合流体を燃焼器頭部に供給することによつて、燃焼室内部にNOxの発生し易い高温の火炎面が形成されることを防止することができるガスタービン用燃焼方法及びガスタービン用燃焼器を提供

は外筒7と、外筒7内に装着された内筒8と、外筒7の一端を閉塞するように配置されたエンドカバー9と、エンドカバー9に取付られた燃料ノズル10とからなる。内筒8内に形成された燃焼室11は、予混合燃焼が行われて安定した予混合火炎12が形成される頭部燃焼室13と、気体燃料18bと圧縮空気5bとが同時に供給されて希薄低温火炎14を形成する後部燃焼室15と、そしてこの後部燃焼室15の後流において燃焼ガス温度を設定された温度になるように冷却すると共に燃焼ガス温度の均一性を向上する為の希釈域とから成立つてゐる。希釈域には希釈空気孔16が配置されている。圧縮機1から吐出される圧縮空気5aを更に再圧縮機17にてより高圧にし、この圧縮空気5cと気体燃料18の一派18aとを予混合室19内に導入し、気体燃料18aと圧縮空気5cとの重量比0.0484~0.0415程度の予混合燃料ガス20を形成させる。この予混合燃料ガス20を頭部燃焼室13に供給する。この予混合燃料ガス20は定格状態において全体燃料の約



1/4～1/3の燃料を燃焼させるもので、燃料ノズル10を介し頭部燃焼室13内へ導入するものである。予混合燃料ガス20は燃焼性が良好なので頭部燃焼室13内で燃焼する可能性が大であり、従つて供給系内の流速を早め燃焼室内からの火炎の伝播、所謂逆火が無くなる。またこの為には燃料ノズル噴口21からの予混合燃料ガス20の噴出流速が火炎の燃焼速度よりも大きくなるようにすることが必要であり、この手段の1つとして圧縮空気流5aを再圧縮し高圧力とし頭部燃焼室内13に高流速で噴出するようになつており気体燃料18aと圧縮空気5cは充分に均一混合した後燃焼室に導入されるようになつてゐる。また、一部の空気を再圧縮することによつて燃焼器内筒8の軸長方向における圧力変化と無関係に逆火の防止が図れて安定した火炎が得られる。すなわちこれは次の理由によるものである。

燃焼ガス6は頭部燃焼室13から後部燃焼室15へと流れるもので頭部燃焼室13の圧力が高く後流になるにつれて低くなる。一方外筒7と内

## 特開昭57-41524 (3)

筒8間の環状部22の圧力は管摩擦損失や流路抵抗損失などにより燃焼室頭部になるにつれて低くなり、従つて頭部になる程内筒内圧力は高く、逆に環状部22の圧力が低くなり、内筒8へ流入する空気流入速度は遅くなるから設定通りの空気を流入することは非常に難しく、また流入速度を上げようとすれば燃焼器の圧力損失を大きくとる欠点を生ずる。しかし本発明の如く一部の圧縮空気5aのみを再圧縮し流出速度を上げることにより火炎が予混合器19へ移る所謂逆火現象が生ずることが無く、後部燃焼室15の燃焼状態の変化に左右されず常に安定した火炎を形成することが可能になる。このように頭部燃焼室13においては安定し、かつNOx発生が少ない予混合火炎を形成することが可能である。

第3図はこの様子を示す実験結果であつて、予混合空気過剰率とNOx低減率との関係を示すものである。この図から明らかなように、予混合空気過剰率が1.2以上であれば低減率70%を得ることがわかる。

燃料噴出口23は旋回空気孔24に対向して開孔し、気体燃料18bを空気孔24を通過する空気流25に混合して後部燃焼室15内に供給するものである。圧縮空気5bの流量と気体燃料18bの流量とは定格負荷時において空気過剰率1.5～1.6となるように設定するもので、部分負荷時においてはさらに空気過剰の状態となるが、頭部燃焼室13内に形成する予混合火炎により安定なパイロット炎を形成している為部分負荷時における不安定燃焼が存在しない。NOxの低減を更に進める為には後部燃焼室15においても頭部燃焼室18と同様に予混合燃料による燃焼を行うことが望ましいが燃焼室内に至る以前に火炎を形成する逆火の現象が生じ非常に危険な状態となる為、拡散混合燃焼になる。

燃焼室15における燃焼状態を改善する為の実験結果

定格負荷状態における気体燃料18bと圧縮空気5bとの重量比は0.0388～0.0363になるようにし(空気過剰率で1.5～1.6)、空気過剰の低温度燃焼を実現させ、NOxの大巾な低減が実施出来る。燃料流量は全体の66～75%供給するものである。この様子を第4図に示す。図中Iは頭部燃焼室燃料流量を、IIは後部燃焼室燃料流量を、そしてIIIは全燃料流量を示す。定格状態において空気過剰率が1.5～1.6であるが部分負荷時のように燃料流量が低下する状態においては更に空気過剰率は大きくなる。しかし頭部燃焼室13では常に一定燃焼を保っている安定な火炎形成を行つている為後部燃焼室15における燃焼は安定なものとなる。

第5図に従来技術によるNOx低減と本実施例による結果の比較を示す。図中IVは従来型の希薄低温度燃焼の傾向を示し、Vは本実施例による燃焼の傾向を示す。

従来形技術の燃焼器は第6図に示すように燃料の噴出部は1ヶ所であり $\text{NO}_x$ 低減の為希薄低温度燃焼を行うもので通常言われる拡散混合形の燃焼器である。しかし無負荷から定格負荷時まで安定した火炎を形成しなければならない為燃焼域における定格時の空気過剰率は1.3~1.5程度に抑えなければならない、 $\text{NO}_x$ を低減する為にこれ以上空気を供給すれば燃料流量が少ない部分負荷時においてCOや未燃焼分の発生や吹き消えなどの現象が生ずることになる。これに対し本実施例の技術においては安定な火炎を頭部燃焼室13に形成している為、後部燃焼室15においてはより空気過剰の状態の燃焼条件を得ることが出来るものであり、 $\text{NO}_x$ 発生を大巾に低減できる。従つて第2図に示すような $\text{NO}_x$ 低減効果が得られるものである。

さらに頭部燃焼室13内の火炎は予混合火炎である為 $\text{NO}_x$ 発生源となる燃焼器軸心部での $\text{NO}_x$ 発生を抑えることが出来るものである。

第7図、第8図に本発明の他の実施例を示す。

も問題がなくなるという効果がある。

以上説明した如く、本発明によれば圧縮空気と気体燃料との予混合流体を燃焼器頭部に供給することによつて、燃焼室内部に $\text{NO}_x$ の発生し易い高温の火炎面が形成されることを防止することが出来るから、大巾な低 $\text{NO}_x$ 化が図れるという効果がある。

図面の簡単な説明

第1図、第7図はそれぞれ本発明の実施例を示すガスタービン用燃焼器の概略図、第2図は第1図のA部拡大図、第3図は本発明における予混合空気過剰率の $\text{NO}_x$ 低減効果を示す特性図、第4図は本発明における燃料制御を示す説明図、第5図は本発明と従来型との $\text{NO}_x$ 低減効果を比較するもので燃焼比と $\text{NO}_x$ 濃度との関係を示す特性図、第6図は従来型の燃焼器の概略図、第8図は第7図のB部拡大図である。

1…圧縮機、2…燃焼器、3…タービン、5、5a、5b、5c…圧縮空気、6…燃焼ガス、7…外筒、8…内筒、9…エンドカバー、10…燃

特開昭57-41524 (4)

第8図は第7図のB部拡大図である。

頭部燃焼室26は後部燃焼室27よりも径を小さくし、かつ頭部燃焼室26と後部燃焼室27との燃焼部から旋回空気28を流入するスワラ29を設けこのスワラ29の空気通路30に燃料噴出口31を穿設する。更にこの小径の頭部燃焼室26の上流側(図の左側)に予混合室19を隣接させる。

本実施例も前記第1の実施例と同様にして、スワラ29内で圧縮空気56と気体燃料18bとの予混合化が促進される。また、頭部燃焼室26の径を小さくしたので後部燃焼室27に形成する火炎に左右されず安定な予混合火炎32が持続形成される。頭部燃焼室26は空気過剰率で1.2~1.4程度で予混合燃焼をさせる為燃焼温度は1600~2000℃になり当然メタル壁温度が高くなるが、本実施例はこの様な構成であるからメタル表面積は少なくなり伝熱面が小さくなる。それ故にメタル冷却用の空気を少なく抑える利点を生じ、この結果燃焼用や希釈用の空気を増加して

料ノズル、11…燃焼室、12、32…予混合火炎、13、26…頭部燃焼室、14…火炎、15、27…後部燃焼室、17…再圧縮機、18、18a、18b…気体燃料、19…予混合室、20…予混合燃料ガス、21…ノズル噴口、23、31…燃料噴出口、24…旋回空気孔、28…旋回空気流、29…スワラ。

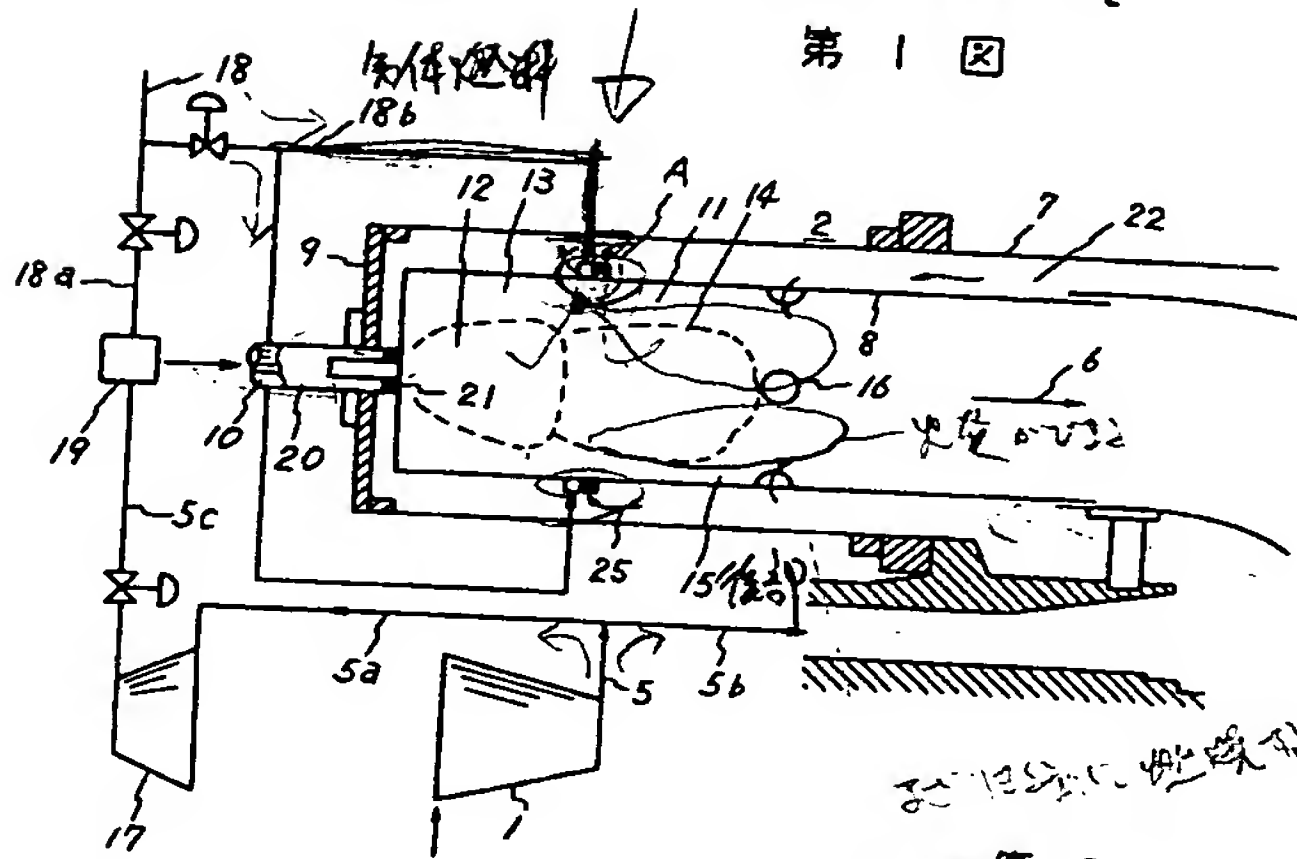
代理人 弁理士 高橋明夫

燃料混合機 → NOx 発生  
混合機に燃焼開始の遅延  
→ NOx 発生

特開昭57-41524 (5)

燃料混合機に燃焼開始の遅延

第1図

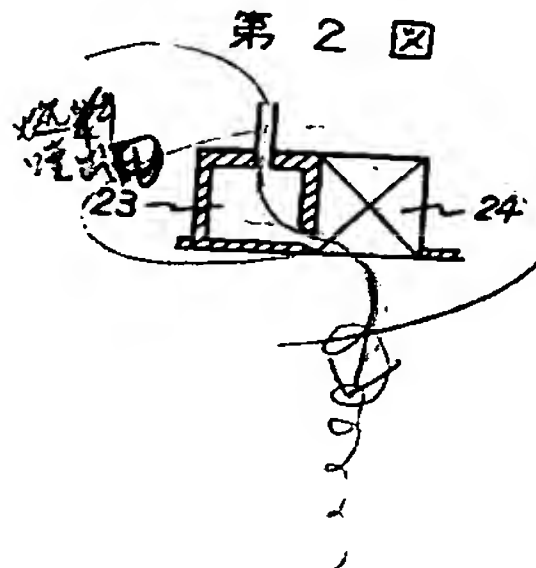


燃焼開始の遅延  
燃焼開始の遅延

燃焼開始の遅延

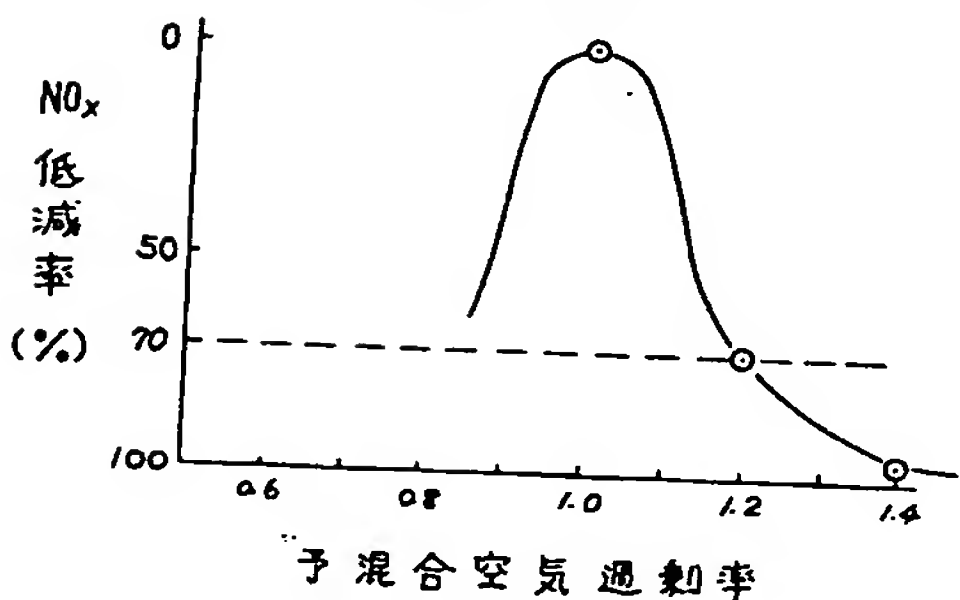
燃焼開始の遅延  
燃焼開始の遅延

第2図

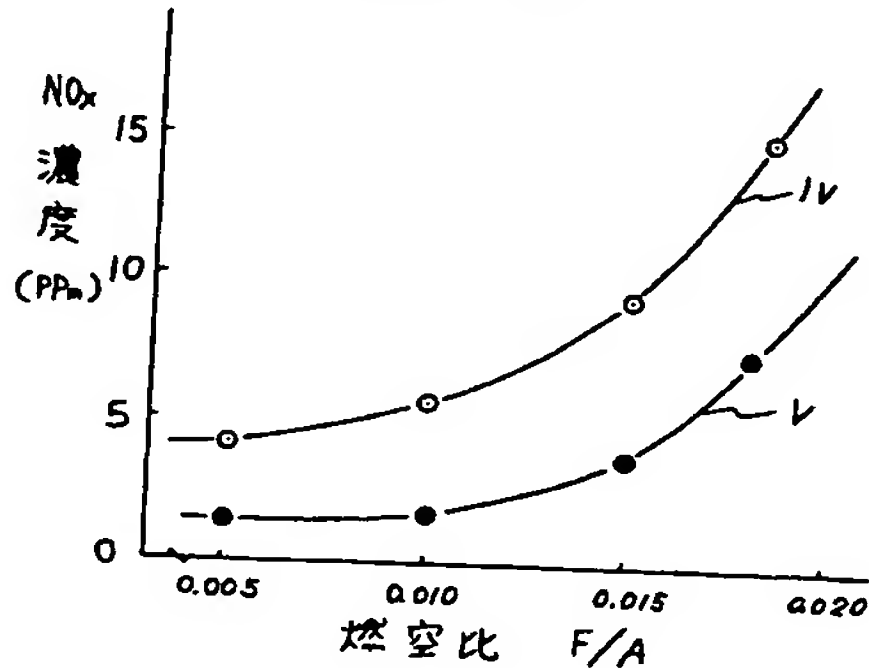


燃焼開始の遅延  
燃焼開始の遅延

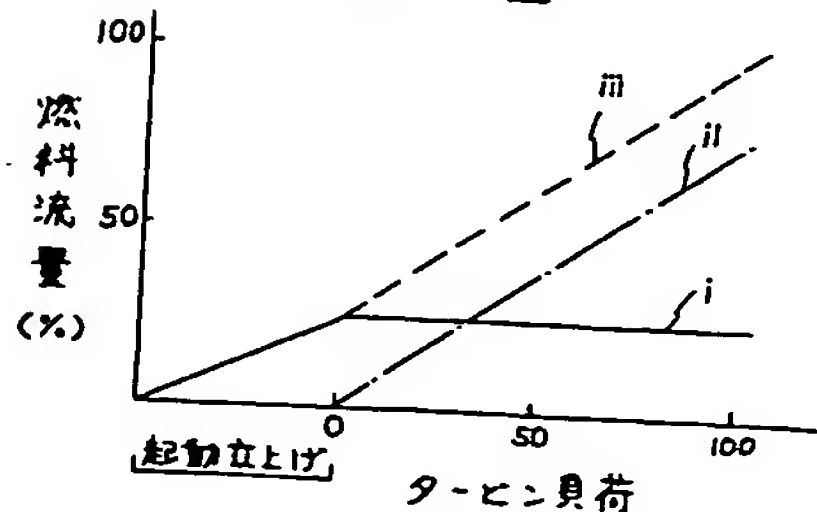
第3図



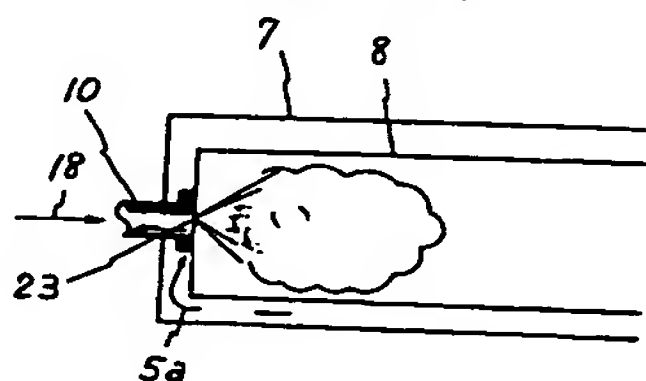
第5図



第4図

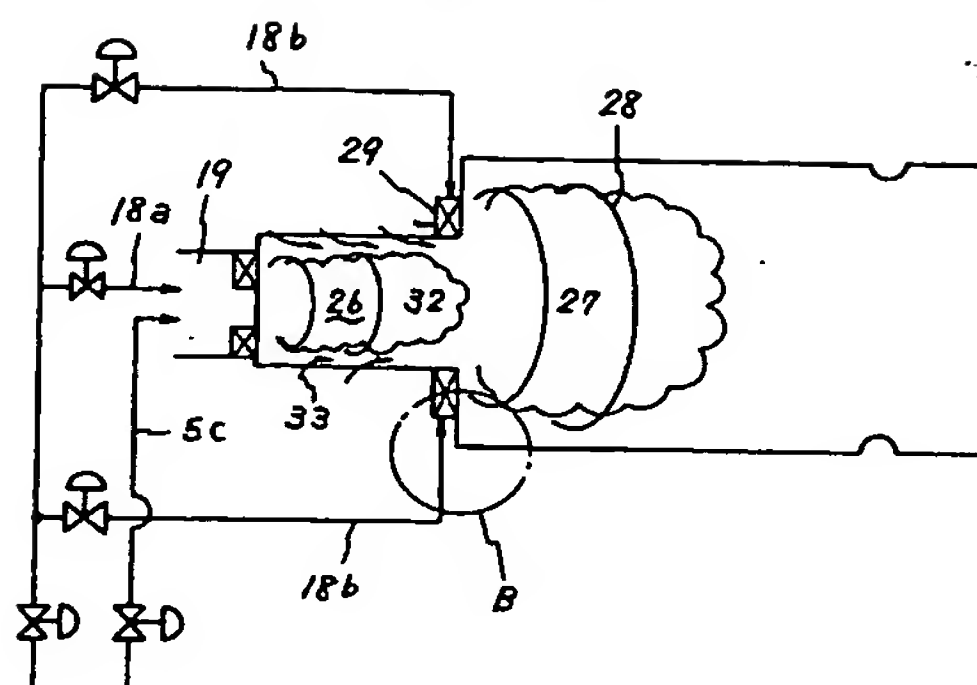


第6図



特開昭57-41524(6)

第7図



第1頁の続き

⑫発明者 内山好弘  
 土浦市神立町502番地株式会社  
 日立製作所機械研究所内

第8図

